ARTICULATA 1997 12(2): 107 - 121 ÖKOLOGIE

Untersuchungen zu den Habitatansprüchen der Sumpfschrecke (*Stethophyma grossum*) und ihre Bedeutung für das Habitatmanagement

Monika Marzelli

Abstract

The key factor of habitat quality for *Stethophyma grossum* (Orthoptera, Acrididae) is the soil moisture between autumn and spring. The larvae can only hatch where the soil has a high moisture content during the egg development stage (temporary flooding or water saturated soil). Temperature requirements during the egg development stage are comparatively low. After hatching wet soil conditions have negative consequences for the nymphal development. Temporary flooded sites in contrast to permanent flooded habitats have increased survival chances. Heterogeneous habitat conditions, especially a moisture gradient, are important to buffer environmental changes.

Zusammenfassung

Die Bodenfeuchte von Herbst bis Frühjahr stellt unter mitteleuropäischen Bedingungen den Schlüsselfaktor für das Vorkommen der Sumpfschrecke *Stethophyma grossum* (Orthoptera, Acrididae) dar. Die Eier benötigen Kontaktwasser, um ihre Entwicklung erfolgreich abzuschließen. Die Weibchen legen im Spätsommer ihre Eier an feuchten Stellen ab, da diese Bereiche mit hoher Wahrscheinlichkeit auch im Herbst und Frühjahr feucht oder naß sind. Neben der hohen Bodenfeuchte sind für die Eientwicklung entsprechende Temperatursummen notwendig. Im Vergleich zu den meisten anderen mitteleuropäischen Arten benötigen die Sumpfschrecken jedoch keine sehr hohen Bodentemperaturen.
Nach dem Larvenschlupf wirkt sich eine hohe Bodenfeuchte (stehendes Wasser) negativ auf die Populationsentwicklung der Sumpfschrecken aus. Zeitweise überschwemmte Flächen bieten größere Überlebenschancen als dauerhaft oder sehr lang überflutete Standorte. Heterogene Standortbedingungen, insbesondere ein Bodenfeuchtegradient steigern die Überlebenschancen von *Stethophyma grossum*. In Jahren mit besonders hohen Niederschlägen oder hohen Grundwasserständen haben trockene Stellen eine wichtige Funktion für das Überleben von Larven und Imagines. Andererseits spielen feuchte oder nasse Stellen unter sehr trockenen Witterungsbedingungen oder bei Grundwasserabsenkungen eine entscheidende Rolle für die Entwicklung der Eier von Herbst bis Frühjahr.

Einleitung

Die Sumpfschrecke (*Stethophyma grossum*) zählt nach der Roten Liste der BRD (BLAB et al. 1984) zu den gefährdeten Heuschreckenarten. Sie steht auch auf vielen Roten Listen der Bundesländer. Um wirksame Schutzmaßnahmen für diese Art ergreifen zu können, werden präzise Angaben zur Biologie benötigt.

Besonders wichtig ist die Kenntnis der spezifischen Habitatansprüche, die die Sumpfschrecke an ihre Umgebung stellt, um in einem bestimmten Lebensraum existieren zu können. Informationen über die Biotopbindung genügen nicht. Es ist notwendig zu wissen, in welchem Ausmaß die untersuchte Art auf bestimmte Quantitäten einzelner Ressourcen angewiesen ist bzw. inwieweit sie Schwankungen des Ressourcenangebotes tolerieren kann.
Es existiert eine Reihe von Untersuchungen, die Angaben zur Biotopbindung und zu den Habitatansprüchen von *Stethophyma grossum* machen. Laut Literatur lebt die Sumpfschrecke nur in Feuchtgebieten. Sie besiedelt feuchte und nasse Wiesen (Groß- und Kleinseggenriede, Streuwiesen), Niedermoore, Gewässerufer (Grabenränder, Teichufer), selbst Schwingrasen von Mooren. Sie meidet die Schilfzone und die Torfmoosbereiche der Hochmoore (ZACHER 1917, RÖBER 1951, HARZ 1960, BELLMANN 1985, MARTENS & GILLANDT 1985, HEUSINGER 1988, LORZ & CLAUSNITZER 1988, DETZEL 1991, LEUPOLD 1992). *Stethophyma grossum* wird als hygrophil (RÖBER 1951), stark hygrophil (HARZ 1960) und extrem hygrophil (MARCHAND 1953, LORZ & CLAUSNITZER 1988, NADIG 1990) bezeichnet. Nach OSCHMANN (1973) befindet sich die Art innerhalb der 9 Bodenfeuchtigkeitsstufen zwischen feuchtnaß, naß und sehr naß. KALTENBACH (1963) bezeichnet *Stethophyma grossum* als hygrobiont (auf hohe Luftfeuchte angewiesen). Aus der Literatur geht nicht eindeutig hervor, ob *Stethophyma grossum* eine hohe Bodenfeuchte oder eine hohe Luftfeuchte benötigt. Außerdem ist unklar, ob auch andere Habitatfaktoren eine wichtige Rolle spielen. HESS (1988), DETZEL (1991), LEUPOLD (1992) und QUINGER et al. (1995) weisen beispielsweise auf die Bedeutung einer heterogenen Vegetationsstruktur hin.

Die dauerhafte Existenz einer Art ist nur dann möglich, wenn alle Ansprüche erfüllt werden von der Eientwicklung über die Larvenstadien bis zum Imaginalstadium. Bei den oben zitierten Arbeiten handelt es sich um Untersuchungen der adulten Sumpfschrecken. Es scheint keinen eindeutigen Schlüsselfaktor im Imaginalstadium zu geben, der das räumlich begrenzte Auftreten der Sumpfschrekken erklären kann. Es ist daher zu vermuten, daß es limitierende Faktoren in einem früheren Stadium gibt, d.h. während der Eientwicklung oder der Larvalzeit.

Laut RICHARDS & WALOFF 1954 werden die Eigelege von *Stethophyma grossum* in der Vegetation dicht unter oder über der Erdoberfläche abgelegt. Nach HARZ (1960) werden die Eigelege etwa 3 - 4 cm tief in den feuchten Untergrund abgelegt, nach SCHMIDT & BAUMGARTEN (1974) etwa 0,5 bis 1cm tief zwischen die Graswurzeln. Die Eientwicklung ist von einem ganzen Faktorenkomplex abhängig, besonders wichtig sind Feuchtigkeit in Form von Kontaktwasser und die in diesem Zeitraum einwirkenden Temperaturen. INGRISCH (1983 a,b) hat unter Laborbedingungen den Einfluß der Feuchte auf die Eientwicklung untersucht. Demnach brauchen die Eier von *Stethophyma grossum* Kontaktwasser zu ihrer Entwicklung. Es ist daher zu erwarten, daß die Sumpfschreckenlarven nur in Bereichen mit hoher Bodenfeuchte schlüpfen. Diese Hypothese soll in der vorliegenden Arbeit durch die Beobachtung des Larvenschlupfes im Freiland überprüft werden.

Während der Larvalentwicklung ist laut KALTENBACH (1963) das Feuchtigkeitsbedürfnis aller Heuschreckenlarven sehr groß. OSCHMANN (1973) und LEUPOLD (1992) konnten dies für die Larven von *Stethophyma grossum* bestätigen. In einem weiteren Experiment soll untersucht werden, wie sich unterschiedliche Bodenfeuchteverhältnisse auf die Larvalentwicklung auswirken.

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet, die Ausgleichs- und Renaturierungsfläche "Eittinger Moos" befindet sich nordöstlich von München, etwa 3 km entfernt vom Flughafen München II an der Bundesautobahn A 92 München - Deggendorf. Es liegt auf einer Höhe von ca. 430 m ü.NN und nimmt insgesamt eine Fläche von etwa 48 ha ein.

Auf der ehemals als Acker oder Grünland genutzten Ausgleichs- und Renaturierungsfläche erfolgten von 1986 bis 1990 folgende Renaturierungsmaßnahmen: Oberbodenabschub mit Geländemodellierung, Oberbodenaufschüttung, Anpflanzung neuer Gehölzzeilen, Umwandlung von Acker- und Grünland in extensiv genutzte Wiesen. Seit 1988 wird der Großteil der Ausgleichsfläche ein- bis zweimal im Jahr gemäht (siehe MARZELLI 1994).

Im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes wurde eine ca. 530 qm große Dauerbeobachtungsfläche festgelegt, auf der Sumpfschrecken relativ zahlreich vorkamen und ein Umweltgradient bezüglich der Bodenfeuchte vorhanden war. Es handelt sich um eine strukturreiche Feuchtwiese (Roßminzen-Blaubinsen-Gesellschaft) mit Übergang zu einem trockeneren Wiesenbereich.

Methoden

Experiment zum Larvenschlupf

Die Untersuchung der Eientwicklung im Freiland ist sehr schwierig, da sie - im Gegensatz zu den Larven oder Imagines - nicht direkt beobachtet werden kann. Die braunen Eigelege sind im Freiland in der durchwurzelten oberen Bodenschicht kaum aufzufinden. Der Ablageort der Eier ist daher unbekannt. Der Erfolg der Eientwicklung kann aber indirekt über die Anzahl der Larven ermittelt werden, die an einem bestimmten Ort - in diesem Fall in 20 Schlupfkästen - schlüpfen.

Zur Untersuchung des Larvenschlupfes wurden am 7. Mai 1993 20 Gazekästen (mit einer Bodenfläche von 50 x 50 cm = 0,25 qm) auf die Dauerbeobachtungsfläche gestellt, um frisch schlüpfende Larven beobachten zu können. Jeder Gazekasten bestand aus einem Holzrahmen, an den Gazestoff angetackert war. Mit Hilfe zweier Holzpfähle, die unter dem Holzrahmen angeschraubt und in den Boden geschlagen wurden, konnte der Schlupfkasten aufgestellt werden. Die herabreichende Gaze wurde mit langen Nägeln am Boden befestigt, so daß keine Larve im Kasten entweichen konnte. Als Deckel wurde ein etwas größerer mit Gaze bespannter Holzrahmen verwendet (siehe Abb. 1).

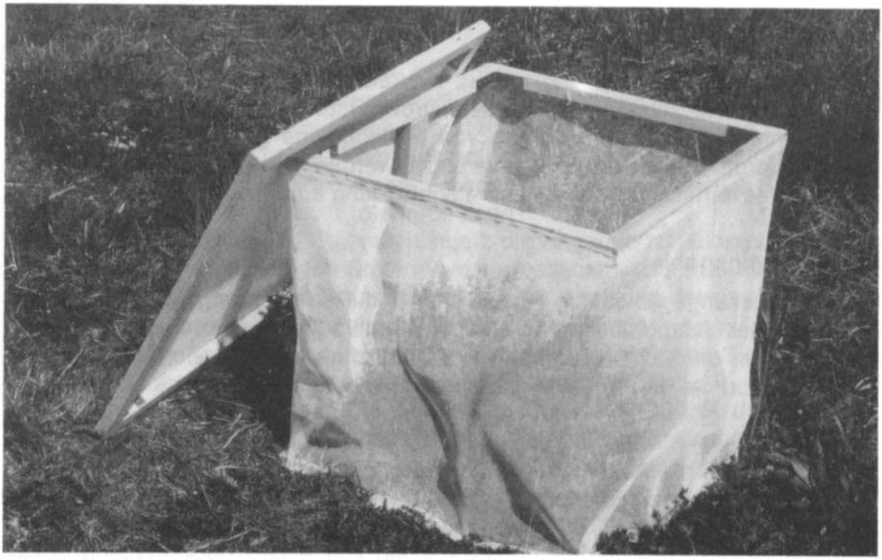


Abb. 1 Schlupfkasten aus Gaze mit abgenommenem Deckel

Neun Schlupfkästen wurden in eher trockenen Bereichen der Dauerbeobachtungsfläche aufgestellt und elf in eher feuchten bzw. nassen Bereichen (jeweils zufällige Verteilung innerhalb der trockenen und feucht/nassen Bereiche). Maßgeblich für die Einteilung trocken oder feucht/naß war die Bodenfeuchte während des Winters. Von November 1992 bis April 1993 wurden etwa alle vier Wochen die Bereiche mit stehendem Wasser kartiert. Die Ergebnisse dieser Kartierungen sind in Abb. 2 eingetragen. Die Standorte der Schlupfkästen 1 bis 9 waren (von November 1992 bis April 1993) nie direkt überflutet, während die Standorte der Kästen 10 bis 13 zeitweilig überschwemmt waren. Die Standorte der Schlupfkästen 14 bis 20 standen hingegen die meiste Zeit unter Wasser.

Die Schlupfkästen wurden von Mai bis August stehengelassen und alle drei bis fünf Tage kontrolliert, ob und wie viele *Stethophyma grossum*-Larven geschlüpft waren (7.5.1993 bis 4.8.1993). Gleichzeitig wurden die Wetterbedingungen und die Bodenfeuchte in jedem Kasten aufgenommen (geschätzt in 5 Stufen: naß - sehr feucht - feucht - frisch - trocken). Daneben wurde auch der Schlupf anderer Heuschreckenarten in den Kästen registriert. Bei jedem Kontrollgang wurde der Deckel vorsichtig angehoben und der Gazekasten mit den Händen nach Heuschreckenlarven abgesucht. Die Bestimmung der einzelnen Larvenstadien erfolgte anhand des Bestimmungsschlüssels von OSCHMANN (1968).

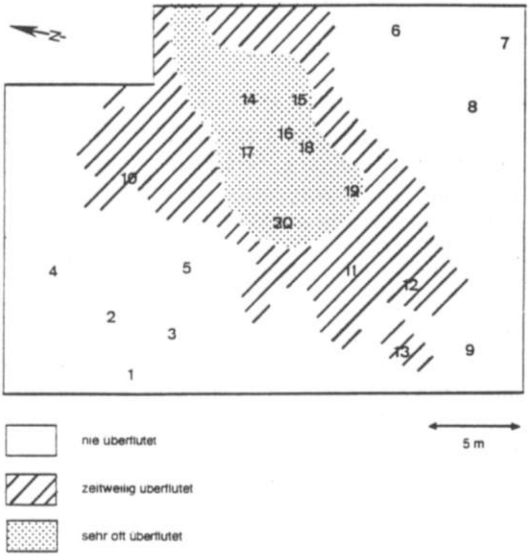


Abb. 2 Lage der Schlupfkästen auf der Dauerbeobachtungsfläche mit eingezeichneten Bodenfeuchteverhältnissen von November 1992 bis April 1993

Die Vegetation wurde im Juni 1993 mit Deckung und Schichthöhe in allen Gazekästen aufgenommen. Damit der Deckel nicht von der hochwachsenden Vegetation hochgehoben wurde, mußte die Vegetation in einigen Gazekästen am 11. Juni 1993 gekürzt werden.

Experiment zur Larvalentwicklung

Zur Untersuchung der Larvalentwicklung wurden sechs große Gazekästen (Bodenfläche 1m x 1m = 1 qm, Bauweise siehe Experiment zum Larvenschlupf) in einem von *Stethophyma grossum* unbesiedelten Bereich des Untersuchungsgebietes aufgestellt. Drei Kästen standen auf trockenem Untergrund (Kasten 24, 25, 26), die anderen drei Kästen auf feuchtem bis nassem Boden (Kasten 21, 22, 23). Die Vegetationszusamensetzung war nicht identisch; standortbedingt wuchsen in den drei Kästen auf trockenem Boden mehr Süßgräser als in den Kästen auf feuchtem Boden, in denen Binsen und Sauergräser dominierten. Die Vegetationsstruktur war jedoch in allen Kästen rasig und relativ dicht.

Am 19. Mai 1993 wurden insgesamt 60 junge Sumpfschreckenlarven (Larvenstadium I und II) im Untersuchungsgebiet gesammelt und in jeden Kasten zehn Larven gesetzt. Alle drei bis fünf Tage wurde in jedem Kasten die Anzahl der

Larven und das jeweilige Larvenstadium ermittelt. Wenn die Bodenfeuchte der Kästen 21 bis 23 abnahm, wurde der Boden künstlich (durch Gießen) feucht bzw. naß gehalten.

Ergebnisse

Experiment zum Larvenschlupf

Die zusammengefaßten Ergebnisse des Larvenschlupfes von *Stethophyma grossum* auf der Dauerbeobachtungsfläche sind in der Abb. 3 dargestellt. Eine differenzierte Darstellung des Larvenschlupfes ist im Anhang von MARZELLI (1995) zu finden. Die erste *Stethophyma grossum*-Larve wurde am 7. Mai auf der Dauerbeobachtungsfläche festgestellt, die erste adulte Sumpfschrecke (Männchen) am 11. Juni 1993.

Sumpfschreckenlarven sind nur in den Schlupfkästen Nr. 9 bis 18 und 20 geschlüpft. Mit Ausnahme des Gazekastens 9 handelt es sich dabei um Standorte, die während des Winters 1992/93 (November bis April) oft oder zeitweilig unter Wasser standen (siehe Abb. 2). Auf den trockenen Standorten konnten - außer in Kasten 9 - keine *Stethophyma grossum*-Larven gefunden werden. Der Unterschied zwischen den "trockenen" Standorten (Kasten 1 - 9) und den zeitweilig oder sehr oft überfluteten Standorten (Kasten 10 - 20) war statistisch hoch signifikant (Median = 0/2; n = 9/11; p = 0,005; U-Test nach WHITNEY & MANN). Die Larven anderer Heuschreckenarten (*Chorthippus parallelus, Chorthippus albomarginatus, Chorthippus dorsatus, Chysochraon dispar*) sind mit Ausnahme der Gazekästen 5 und 7 in allen Kästen geschlüpft (Abb. 4).

Vergleicht man die maximale Anzahl geschlüpfter Sumpfschreckenlarven mit der Anzahl der sich daraus entwickelnden adulten Tiere, so zeigt sich, daß nur sehr wenige Larven das Imaginalstadium erreicht haben (siehe Abb. 3). Es überlebten nur Tiere in den Gazekästen 9 - 13, d.h. überwiegend in Kästen, die im Winter nur zeitweilig überflutet waren (nicht ständig).

In den Schlupfkästen 1 bis 9 herrschten im Sommer 1993 überwiegend trockene Bodenverhältnisse, während in den Kästen 10 bis 20 überwiegend feuchte Bodenverhältnisse auftraten (Tab. 1). Diese Unterschiede in der Bodenfeuchte bestätigen auch die Zeigerwerte nach ELLENBERG (1979), die aufgrund der in den Kästen vorkommenden Pflanzenarten bestimmt werden konnten. Bei den Schlupfkästen 1 bis 9 lagen die mittleren Feuchtezahlen zwischen 5 und 7 (Frische- bis Feuchtezeiger), bei den Schlupfkästen 10 bis 20 von 6 bis 9 (Feuchte- bis Nässezeiger). Der Unterschied zwischen den Kästen 1 bis 9 und 10 bis 20 war hoch signifikant (Median = 6/7,5; n = 9/11; p = 0,002; U-Test nach WHITNEY & MANN).

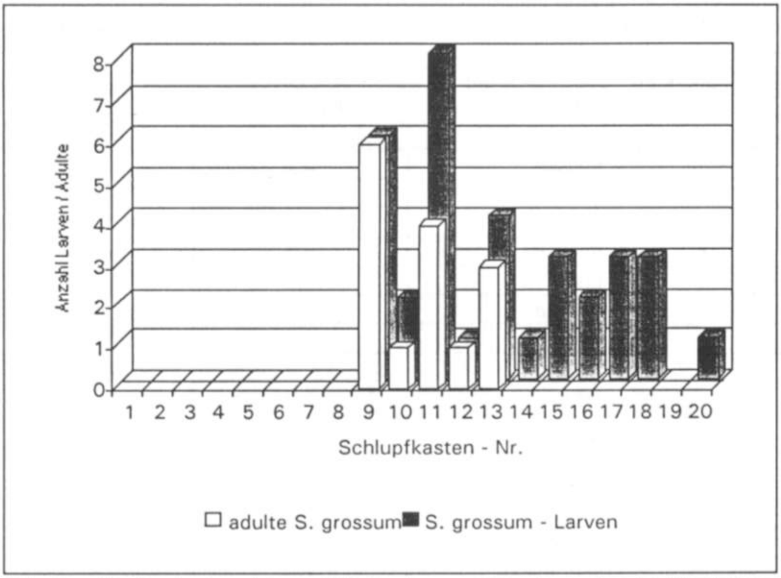


Abb. 3 Maximale Anzahl geschlüpfter Larven/Begehungstag im Vergleich zur Anzahl der sich daraus entwickelnden adulten Individuen von *Stethophyma grossum* in den einzelnen Schlupfkästen 1993

Bodenfeuchteverhältnisse im Winter:

Schlupfkasten-Nr.	1 - 9	nie überflutet
	10 - 13	zeitweilig überflutet
	14 - 20	sehr oft überflutet

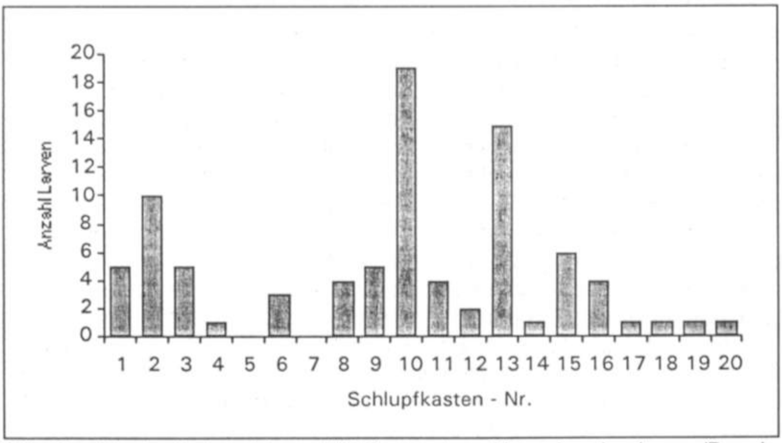


Abb. 4 Maximale Anzahl geschlüpfter anderer Heuschreckenlarven/Begehungstag in den einzelnen Schlupfkästen 1993

Tab. 1 Modalwert der geschätzten Bodenfeuchte im Sommer 1993 (10.5.-4.8.1993) und mittlere Feuchtezahl (nach ELLENBERG 1979) in den einzelnen Schlupfkästen

Schlupfkasten -Nr.	Modalwert der Bodenfeuchte	mittlere Feuchtezahl der Vegetation
1	trocken	5,5
2	trocken	5,7
3	trocken	6,0
4	trocken	6,3
5	frisch	5,5
6	trocken	6,3
7	frisch	6,8
8	trocken	6,3
9	frisch	5,8
10	feucht	6,5
11	frisch	7,5
12	sehr feucht	7,3
13	frisch	5,6
14	sehr feucht	7,0
15	sehr feucht	7,0
16	feucht	7,6
17	feucht	7,9
18	feucht	7,8
19	sehr feucht	9,3
20	feucht	8,0

Experiment zur Larvalentwicklung

Wegen der schlechten Auffindbarkeit der 10 ausgesetzten Larven in der relativ dichten, rasigen Vegetation der Kästen (1 qm Bodenfläche) wurden bei den einzelnen Kontrollgängen sehr unterschiedliche Anzahlen von Sumpfschreckenlarven festgestellt. Unter diesen Bedingungen konnte die Wiederbeobachtung der Larven nicht als der zeitliche Verlauf der Larvenentwicklung gewertet werden. Als einzig aussagekräftiges Ergebnis blieb die Anzahl der adulten Sumpfschrecken, die am Ende des Experimentes von den ursprünglich 10 Larven überlebt hatten (Abb. 5): Auf den trockenen Standorten überlebten mehr Sumpfschrecken als auf den feuchten Standorten. Aufgrund der geringen Stichprobengröße konnte diese Tendenz statistisch nicht abgesichert weden. Außerdem ist zu beachten, daß die Voraussetzungen für dieses Experiment, nämlich möglichst gleiche Bedingungen in jedem Kasten (mit Ausnahme der Bodenfeuchte, deren Wirkung ja untersucht werden sollte), nicht streng eingehalten werden konnten. Die feuchten Standorte hatten z.B. eine etwas andere Vegetationszusammensetzung als die trockenen Standorte. Im Juli 1993 regnete es überdurchschnittlich viel, so daß auch die Bodenverhältnisse der Kästen 24 bis 26 feucht waren. Im Vergleich zu den Kästen 21 bis 23 waren sie jedoch immer etwas trockener. Im Kasten 21 hat nur

eine Sumpfschrecke überlebt, was sehr wahrscheinlich auf ein Loch in der Gaze zurückzuführen ist, durch das die Sumpfschrecken entweichen konnten.

Festzuhalten bleibt aber die Tatsache, daß auf den trockenen Standorten überhaupt Sumpfschrecken überlebt haben, d.h. die Larven benötigten keine hohe Bodenfeuchte, um sich weiterzuentwickeln.

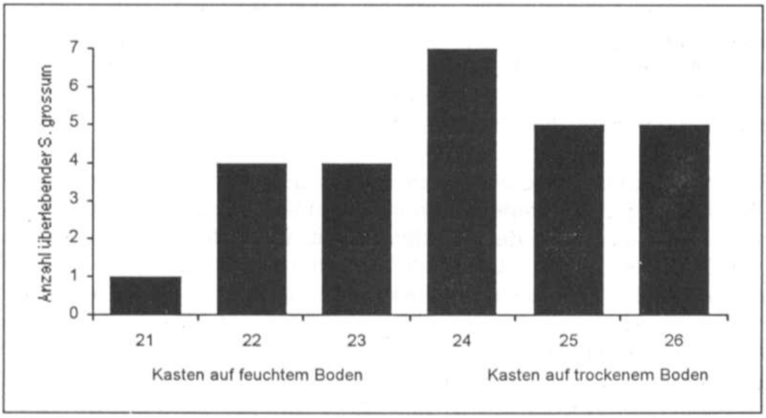


Abb. 5 Anzahl adulter Sumpfschrecken, die in jedem Kasten überlebt haben

Diskussion

Eientwicklung

Das Experiment zum Larvenschlupf zeigt, daß Larven mit Ausnahme des Schlupfkastens 9 nur in den Bereichen schlüpften, die im Winter zeitweilig oder sehr oft überschwemmt waren. Diese Stellen ließen sich von der Vegetation als frische bis nasse Standorte einorden (Feuchtezeigerwerte 6 bis 9 nach ELLENBERG, 1979). Auch während des Sommers, wenn die Sumpfschrecken schon geschlüpft waren, wiesen diese Stellen eine deutlich höhere Bodenfeuchte auf als Standorte, an denen keine Sumpfschrecken geschlüpft waren. Der Gazekasten 9 lag sehr nahe an überfluteten Standorten. Man kann davon ausgehen, daß die Bodenfeuchte dort entsprechend hoch gewesen sein mußte, obwohl dort kein Wasser während des Winters stand. Dieses Freilandexperiment bestätigt somit die Laboruntersuchung von Ingrisch (1983 b), nach der Sumpfschrecken Kontaktwasser für ihre Eientwicklung benötigen.

Entweder haben die Weibchen ihre Eier nur in feuchte Bereiche abgelegt, oder die Mortalität der Eier ist auf den trockenen Stellen sehr groß. Ob das Weibchen auswählt oder eine Selektion auf Eiebene eintritt, kann mit dem Freilandexperiment nicht beantwortet werden. Im Zusammenhang mit den Versuchen von INGRISCH (1983 a, b) kann der letztere Zusammenhang behauptet werden, da seine Untersuchungen unter kontrollierten Laborbedingungen stattfanden. Die Bodenfeuchte scheint somit einen direkten Einfluß auf die Mortalität der Eier zu

haben und nicht indirekt über die Korrelation mit anderen Habitatfaktoren (z.B. Feinde). Andererseits muß man davon ausgehen, daß die Eier nicht wahllos abgelegt werden, sondern daß die Weibchen anhand der Bodenfeuchte im Sommer eine "Vorauswahl" treffen. Die Bodenfeuchteverhältnisse des Winters spiegeln sich auch im Sommer wider, d.h. überschwemmte Stellen im Winter sind auch im Sommer relativ feucht.

Auf den trockenen Standorten konnten - außer in Schlupfkasten 9 - keine Sumpfschreckenlarven gefunden werden. Bei den trockenen Standorten kann es sich aber nicht um völlig ungeeignete Heuschreckenbereiche handeln, da dort Larven anderer Heuschreckenarten wie *Chorthippus parallelus, Chorthippus albomarginatus*, *Chorthippus dorsatus* oder *Chrysochraon dispar* geschlüpft waren.

Neben einer hohen Bodenfeuchte benötigen die Eier auch bestimmte Temperaturen für ihre Entwicklung. Die Temperaturen in Bodennähe hängen von der Vegetationsstruktur (Dichte und Höhe der Vegetation), der Exposition, dem Wind und den Bodenverhältnissen ab. Die täglichen Höchsttemperaturen in Bodennähe sind in hoher und dichter Vegetation geringer als in niedriger und lückiger Vegetation, wo die Sonnenstrahlen die Bodenoberfläche besser erreichen. Im Vergleich zu anderen Heuschreckenarten benötigt *Stethophyma grossum* keine sehr hohen Temperaturen für die Eientwicklung, hohe Temperaturen verhindern sogar den Larvenschlupf (van WINGERDEN et al. 1991). Eine vergleichsweise kurze Entwicklungszeit nach der Diapause befähigt die Sumpfschrecken in relativ "kalten" Habitaten zu überleben. Diese niedrigen Temperaturansprüche spiegeln sich auch in der Verbreitung der Art wider. So kommt sie in den oberbayerischen Alpen bis 1000 m Höhe vor (TEICHMANN 1958), in der Schweiz sogar in 2000 m (STÄGER 1930) bis 2500 m Höhe (NADIG 1990). Außerdem sind die sumpfschreckentypischen feuchten und nassen Standorte immer mit vergleichsweise niedrigen Bodentemperaturen gekoppelt. Es ist anzunehmen, daß mit zunehmender Höhe und somit abnehmender Temperatur die Sumpfschrecken eher südexponierte Bereiche besiedeln bzw. Bereiche mit schütterer Vegetation, um die erforderlichen Temperatursummen zu erreichen. Laut TEICHMANN (1958) bevorzugt *Stethophyma grossum* in den Alpen tatsächlich kurzrasige Sumpfwiesen.

Larvalentwicklung

In den meisten Schlupfkästen erreichten die Larven das Imaginalstadium nicht. Nur in Gazekasten 9 bis 13 überlebten Tiere. Dies ist vermutlich auf die speziellen Witterungsverhältnisse von 1993 zurückzuführen: Aufgrund geringer Niederschläge war im April und Mai 1993 die gesamte Dauerbeobachtungsfläche ziemlich trocken. Im Juli regnete es überdurchschnittlich viel, so daß ein Teil der Dauerbeobachtungsfläche unter Wasser stand. Zu dieser Zeit waren alle Sumpfschreckenlarven geschlüpft. In den Schlupfkästen der "nassen" Standorte (Kästen 14 bis 20) war die Vegetation bis zu 20 cm hoch überflutet. Die Larven konnten zwar an der Gaze des Schlupfkastens emporklettern, hatten aber wenig zu fressen. Vermutlich sind einige Larven ertrunken. Ohne die Schlupfkästen hätten die Larven unter Umständen überlebt, indem sie in trockenere Bereiche aus-

weichen hätten können, die nur wenige Meter entfernt lagen. Die Kästen der im Winter nur zeitweise überfluteten Standorte (Kästen 10 - 13) waren auch im Sommer nicht vollständig überflutet, so daß die Larven dort bessere Überlebenschancen hatten. In Bezug auf die Habitatansprüche bedeutet dies, daß für den Schlupf von Sumpfschreckenlarven Bereiche geeignet sind, die im Winter zeitweise oder ständig überflutet sind. Für eine erfolgreiche Weiterentwicklung der Larven zum Imaginalstadium sind jedoch Bereiche mit nur zeitweiligen Überflutungen besser. Dies bestätigen die Untersuchungen von INGRISCH (1983 b), bei denen zu viel Wasser zu einer höheren Mortalität der Larven führten. Auch in der Literatur finden sich Hinweise auf die Bedeutung zeitweilig überschwemmter Grünlandflächen (RÖBER 1951, LORZ & CLAUSNITZER 1988, DETZEL 1991, SÖRENS 1996, MALKUS et al. 1996, MALKUS 1997). Nach DECLEER (1990) sind Flächen, die im Winter zu lange überschwemmt werden, eher ungünstig. HEYDENREICH (mündl.) beobachtete, daß die völlige Überstauung eines von *Stethophyma grossum* besiedelten Kleinseggenriedes (von Oktober 1993 bis Mai 1994) sogar zum lokalen Aussterben der Art geführt hat.

Das Experiment zur Larvalentwicklung zeigt, daß eine hohe Bodenfeuchte keine Voraussetzung für die erfolgreiche Weiterentwicklung der Larven darstellt. Im Gegenteil, die Ergebnisse sprechen dafür, daß die Larven eine höhere Überlebenschance bei trockenen Bodenbedingungen haben. Dies bestätigen auch Untersuchungen von RICHARDS & WALOFF (1954) und DEMPSTER (1963), nach denen niedrige Temperaturen und hohe Niederschläge die Larvenmortalität erhöhen. Die ersten Larvenstadien sind laut DEMPSTER (1963) sogar besonders empfindlich gegenüber schlechten Wetterverhältnissen. In Laborversuchen von INGRISCH (1980) führte eine hohe Luftfeuchtigkeit zu einer hohen Larvenmortalität. Sumpfschreckenlarven benötigen offensichtlich weder eine hohe Bodenfeuchte noch eine hohe Luftfeuchte.

Die Tatsache, daß Sumpfschreckenlarven im Vergleich zu den Imagines an den feuchtesten Stellen gefunden wurden (OSCHMANN 1973, LEUPOLD 1992, MALKUS et al. 1996, MALKUS 1997), kann nicht als wirkliche Habitatpräferenz gedeutet werden. Einerseits ist im Frühsommer zur Zeit der Larvalentwicklung der Boden allgemein feuchter als im Sommer, wenn die Imagines leben. Andererseits sind die Larven aufgrund ihrer geringen Mobilität (KRAUSE 1996) nicht in der Lage, sich weit von ihrem "Schlupfort" zu entfernen. Wie das Experiment zum Larvenschlupf zeigt, befinden sich die "Schlupforte" an den feuchtesten Stellen.

Eigene Mikroklimamessungen (rel. Luftfeuchte, Lufttemperatur) sowie Untersuchungen zur räumlichen Populationsdynamik belegen, daß für die adulten Sumpfschrecken weder die Bodenfeuchte noch die rel. Luftfeuchte habitatbegrenzende Faktoren darstellen (MARZELLI 1995). Es kann daher die Schlußfolgerung gezogen werden, daß eine hohe Bodenfeuchte nur von Herbst bis Frühjahr für die Eientwicklung von *Stethophyma grossum* notwendig ist. Die Bodenfeuchte kann unter mitteleuropäischen Bedingungen als Schlüsselfaktor für das Vorkommen der Sumpfschrecke bezeichnet werden. Die Untersuchungen unterstützen die These OSCHMANN´s (1973), nach der die Temperatur und die Bodenfeuchte

des Eiablageplatzes die dominierende Rolle bei der Habitatbindung der Heuschrecken spielen. Das von den Larven und Imagines bevorzugte Habitat ist als Spiegelbild des Eiablageplatzes zu betrachten, der von den Weibchen in der vorhergehenden Saison ausgesucht wurde.

Auswirkungen von Mahd und Düngung

Mit diesen Schlußfolgerungen läßt sich der Einfluß der landwirtschaftlichen Nutzung auf die Sumpfschreckenabundanz erklären. Dichte und Höhe der Vegetation beeinflussen die Bodentemperatur, die für die Eientwicklung von Feldheuschrecken von entscheidender Bedeutung ist (van WINGERDEN et al. 1992). Mit der Mahd werden die Vegetationsbestände kurz gehalten, so daß in gemähten Bereichen die Bodentemperaturen höher sind als in ungemähten. BRUCKHAUS (1992) konnte experimentell nachweisen, daß sich die Eier von Feldheuschrekken in gemähten und in südlich exponierten Versuchsvarianten schneller entwikkelten und folglich die Larven früher schlüpften als in ungemähten und ebenen Versuchsvarianten. Die Düngung hat ebenfalls einen Effekt auf die Bodentemperatur. Hohe Düngergaben bewirken durch die größere Biomasse eine dichtere Vegetation. Dadurch nehmen die Temperaturen in Bodennähe, insbesondere die Temperaturmaxima ab (van WINGERDEN et al. 1992). Ungedüngte, nährstoffarme Wiesen (z.B. Streuwiesen) haben dagegen eine lückige und niedrige Vegetation, deren Temperaturextreme in Bodennähe vergleichsweise hoch sind (ROSSET 1990).

Obwohl *Stethophyma grossum* im Vergleich zu anderen Feldheuschrecken keine hohen Temperaturansprüche während der Eientwicklung hat, werden bestimmte Mindesttemperatursummen benötigt; d.h. sowohl die Mahd als auch die Nährstoffarmut (Unterlassung der Düngung) haben einen positiven Einfluß auf die Eientwicklung. Dies ist vor allem in den feucht-nassen Habitaten bedeutend, in denen Sumpfschrecken vorkommen. Dort nämlich sind die Maximaltemperaturen von Natur aus geringer als in trockenem Grünland.

Der Zeitpunkt der Mahd spielt eine wichtige Rolle. LEUPOLD (1992) konnte zeigen, daß eine zweimalige Mahd Anfang Juni (vor dem Auftreten der Larven und Imagines) und Mitte September (nach der Eiablage) eine optimale Populationsentwicklung von *Stehophyma grossum* bewirkt hatte. Mahd im Juli führte dagegen zu einer Bestandsdezimierung von ca. 50%. Bei Untersuchungen von MALKUS (1997) führte der Mahdvorgang zu einem drastischen Bestandseinbruch der Larven und zu einer Vertreibung der Imagines auf benachbarte Flächen. Pflegemaßnahmen sollten daher die Vegetation nur im Frühjahr und/oder im Herbst kürzen (Beschleunigung der Eientwicklung), im Sommer sollte die Vegetation eher dicht sein, um die Überlebenschancen von Larven und Imagines zu erhöhen (van WINGERDEN et al. 1992). Demnach ist das traditionelle Mahdregime der Streuwiesen mit einer einmaligen Mahd ab September für Sumpfschrecken sehr günstig. Nach DECLEER (1990) wirkt sich auch eine partielle Mahd (einmal im Jahr ab August) oder eine extensive Beweidung positiv auf Sumpfschreckenbestände aus.

Standortbedingungen für die Entablierung einer Sumpfschreckenpopulation

Es ist zu erwarten, daß sich Sumpfschrecken in Graslandbiotopen gut entwickeln, die von Herbst bis Frühjahr zeitweise unter Wasser stehen und im Sommer eher trockene Bodenverhältnisse aufweisen. Auf der Ausgleichs- und Renaturierungsfläche "Eittinger Moos" stellen die heterogen strukturierten Blaubinsenbestände auf den Abschubflächen solche Habitate dar (MARZELLI 1994). Die geforderten Standortbedingungen können entweder durch entsprechend hohe Grundwasserspiegel oder durch Oberbodenabschub erreicht werden. Es ist auch möglich durch lokale Oberbodenverdichtung Standorte zu schaffen, an denen das Oberflächenwasser (Regen) längere Zeit stehen bleibt. Die Vegetation eines Sumpfschreckenhabitates sollte zum großen Teil aus Süßgräsern, Sauergräsern oder Binsen bestehen. Heterogene Standortbedingungen bzw. heterogene Vegetationsstrukturen wie sie auf der Ausgleichs- und Renaturierungsfläche "Eittinger Moos" bevorzugt werden, stellen für *Stethophyma grossum* offensichtlich sehr günstige Habitate dar. Diese Beobachtungen werden von HESS (1988), DETZEL (1991), LEUPOLD (1992), QUINGER et al. (1995), MALKUS et al. 1996 und MALKUS 1997) bestätigt. Derartige Standortbedingungen sind vor allem dann von Vorteil, wenn die Bodenfeuchte ziemlichen Schwankungen unterliegt. In Jahren mit besonders hohen Niederschlägen oder hohen Grundwasserständen haben trockene Stellen eine wichtige Funktion für das Überleben von Larven und Imagines. Andererseits spielen feuchte oder nasse Stellen unter sehr trockenen Witterungsbedingungen oder bei Grundwasserabsenkungen eine entscheidende Rolle für die Entwicklung der Eier von Herbst bis Frühjahr. Ein Bodenfeuchtegradient steigert daher die Überlebenschancen von *Stethophyma grossum* .

Verfasserin:

Dr. Monika Marzelli
Wertherstr. 4
80809 München

Literatur

BELLMANN, H. (1985): Heuschrecken. Neumann-Neudamm. Melsungen.

BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & SUKOPP, H. (1984): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen der BRD. (Kilda), Greven.

BRUCKHAUS, A. (1992): Ergebnisse zur Embryonalentwicklung bei Feldheuschrecken und ihre Bedeutung für den Biotop- und Artenschutz. Articulata, Beiheft 2: 1-112.

DECLEER, K. (1990): Voorkomen, ekologie en beheer van de moerassprinkhaan (*Mecostethus grossus*) in Belgie. Levende natuur 91(3): 75-81.

DEMPSTER, J. P. (1963): The population dynamics of grasshoppers and locusts. Biol. Rev. 38: 490-529.

DETZEL, P. (1991): Ökofaunistische Analyse der Heuschreckenfauna Baden-Württembergs (Orthoptera). Dissertation, Univ. Tübingen, 365 S.

ELLENBERG, H. (sen.) (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica, Bd. 9, (Erich Goltze), Göttingen, 122 S.

HARZ, K. (1960): Geradflügler oder Orthopteren, in: Dahl, F.: Tierwelt Deutschlands.

HESS, R. (1988): Erfassung der Heuschrecken im Grenzbereich zwischen Biotop-Flächen und extensivierten landwirtschaftlichen Flächen des Schweinfurter Beckens. Gutachten im Auftrag der Regierung von Unterfranken, Höhere Naturschutzbehörde. (unveröff.)

HEUSINGER, G. (1988): Heuschreckenschutz im Rahmen des Bayerischen Arten- und Biotopschutzprogrammes - Erläuterungen am Beispiel des Landkreises Weißenburg - Gunzenhausen. Schr.-R. Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Heft 83: 7-31.

INGRISCH, S. (1980): Zur Feuchtepräferenz von Feldheuschrecken und ihren Larven (Insecta: Acrididae). Verh. Gesellschaft für Ökologie 8: 403-410.

INGRISCH, S. (1983a): Zum Einfluß der Feuchte auf den Wasserhaushalt der Eier und die Größe des 1. Larvenstadiums bei mitteleuropäischen Feldheuschrecken (Orthoptera: Acrididae). Zool. Anz. Jena 210, 5/6: 357-368.

INGRISCH, S. (1983b): Zum Einfluß der Feuchte auf die Schlupfrate und Entwicklungsdauer der Eier mitteleuropäischer Feldheuschrecken (Orthoptera: Acrididae). Deutsche Entomologische Zeitschrift 30: 1-15.

KALTENBACH, A. (1963): Milieufeuchtigkeit, Standortsbeziehungen und ökologische Valenz bei Orthopteren im pannonischen Raum Österreichs. Sitzungsberichte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse 172: 97-119.

KRAUSE, S. (1996): Populationsstruktur, Habitatbindung und Mobilität der Larven von *Stethophyma grossum*. Articulata 11(2): 77-89.

LEUPOLD, P. (1992): Die Sumpfschrecke, *Mecostethus grossus* (L.) 1758, im Raum Erlangen-Höchstadt / Aisch, Mittelfranken, Verbreitung, Populationsökologie, Schutz. Diplomarbeit, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. (unveröff.).

LORZ, P. & CLAUSNITZER H.-J. (1988): Verbreitung und Ökologie von Sumpfschrecke (*Mecostethus grossus* L.) und Sumpfgrashüpfer (*Chorthippus montanus* CHARP.) im Landkreis Celle. Beitr. Naturk. Niedersachsens 41: 91-98.

MALKUS, J. (1997): Habitatpräferenzen und Mobilität der Sumpfschrecke (*Stethophyma grossum* L., 1758) unter besonderer Berücksichtigung der Mahd. Articulata 12(1): 1 - 18.

MALKUS, J., REICH, M. & PLACHTER, H. (1996): Ausbreitungsdynamik und Habitatwahl von *Stethophyma grossum* (L., 1758) (Orthoptera, Acrididae). Verh. d. Ges. f. Ökologie 26: 253-258.

MARCHAND, H. (1953): Die Bedeutung der Heuschrecken und Schnabelkerfe als Indikatoren verschiedener Graslandtypen. Beiträge zur Entomologie 3(1/2): 116-162.

MARTENS, J. & GILLANDT, L. (1985): Schutzprogramm für Heuschrecken in Hamburg. Schriftenreihe der Umweltbehörde Hamburg, Heft 10.

MARZELLI, M. (1994): Ausbreitung von *Mecostethus grossus* auf einer Ausgleichs- und Renaturierungsfläche. Articulata 9(1): 25-32.

MARZELLI, M. (1995): Habitatansprüche, Populationsdynamik und Ausbreitungsfähigkeit der Sumpfschrecke (*Mecostethus grossus*) auf einer Renaturierungsfläche. Dissertation an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg, 142 S.

NADIG, A. (1990): Heuschrecken (Orthoptera, Saltatoria). Ber. Bot.-Zool. Ges. Lichtenstein-Sargans-Werdenberg 18: 257-278.

OSCHMANN, M. (1968): Bestimmungstabellen für die Larven mitteldeutscher Orhopteren. Dtsch. Ent. Z., N.F. 16, I/III: 277-291.

OSCHMANN, M. (1973): Untersuchungen zur Biotopbindung der Orthopteren. Faunistische Abhandlungen, Staatl. Museum für Tierkunde in Dresden 4(2): 177-206.

QUINGER, B., SCHWAB, U., RINGLER, A., BRÄU, M., STROHWASSER, R. & WEBER, J. (1995): Lebensraumtyp Streuwiesen. Landschaftspflegekonzept Bayern. Band II.9. (Alpeninstitut GmbH Bremen). Hrsg.: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) und Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL).

RICHARDS, O.W. & WALOFF P.D. (1954): Studies on the biology and population dynamics of British grasshoppers. Anti-Locust Bulletin 17: 1-182.

RÖBER, H. (1951): Die Dermapteren und Orthopteren Westfalens in ökologischer Betrachtung. Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde zu Münster in Westfalen, 14. Jg., Heft 1: 3-60.

ROSSET, M. O. (1990): Beziehungen zwischen Vegetation, Bodenwasser, Mikroklima und Energiehaushalt von Feuchtwiesen unter besonderer Berücksichtigung der Evapotranspiration. Dissertationes Botanicae, Band 159.

SCHMIDT, G. & BAUMGARTEN, M. (1974): Untersuchungen zur räumlichen Verteilung, Eiablage und Stridulation der Saltatorien am Sperbersee im Naturpark Steigerwald. Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg 15: 33-83.

SÖRENS (1996): Zur Populationsstruktur, Mobilität und dem Eiablageverhalten der Sumpfschrecke (*Stethophyma grossum*) und der Kurzflügeligen Schwertschrecke (*Conocephalus dorsalis*). Articulata 11(1): 37-48.

STÄGER, R. (1930): Beiträge zur Biologie einiger einheimischer Heuschreckenarten. Z. Insbiol. 25: 53-70.

TEICHMANN, H. (1958): Beitrag zur Ökologie der Heuschrecken in den Bayerischen Alpen. Zool. Beitr. N.F.4: 83-133.

van WINGERDEN W. K. R. E., MUSTERS J.C.M. & MAASKAMP F.I.M. (1991): The influence of temperature on the duration of egg development in West European grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). Oecologia 87: 417-423.

WINGERDEN, van W.K.R.E., KREVELD, van A.R. & BONGERS, W. (1992): Analysis of species composition and abundance of grasshoppers (Orth., Acrididae) in natural and fertilized grasslands. J. Appl. Ent. 113: 138-152.

ZACHER, F. (1917): Die Geradflügler Deutschlands und ihre Verbreitung. (Gustav Fischer); Jena.